

УДК 519.24.8+621.391:681.301

## Некоторые вопросы компьютерной поддержки проектирования и сопровождения одномерных WOS фильтров

Владимир И. Знак\*

Институт вычислительной математики  
и математической геофизики СО РАН,  
Лаврентьева 6, Новосибирск, 630090,  
Россия

Получена 10.08.2008, окончательный вариант 15.11.2008, принята к печати 10.01.2009

*В работе рассмотрены некоторые вопросы поддержки проектирования и сопровождения одномерных WOS фильтров посредством оконного интерфейса. Фильтры взвешенных порядковых статистик (weighted order statistics — WOS) широко используются для обработки сигналов, имеющих вид временных последовательностей. Частный случай такого фильтра — медианный. В силу нелинейности WOS фильтров оценка их поведения весьма затруднена. Вместе с тем, их отклик в значительной мере зависит от проекта (значений весов, величины апертуры или окна анализа, последовательности операций в многошаговом процессе фильтрации). То есть, задача создания соответствующей системы является актуальной.*

*Ключевые слова: вычислительные технологии, взвешенные порядковые фильтры*

---

### Введение

Фильтрам взвешенных порядковых статистик (WOS — weighted order statistics) посвящено большое количество работ. В силу этого здесь отметим только основные черты фильтров: 1) высокая способность устранять импульсные помехи (при этом снижая уровень прочих), 2) сохранять ступеньки сигнала, имеющего вид телеграфной последовательности.

Частный случай WOS фильтра — медианный. На содержательном уровне медианной фильтрацией называется замена центрального элемента (CE) списка образцов, поступивших на вход фильтра, медианой соответствующего вариационного ряда, понимаемого в статистическом смысле. При этом полагается, что все образцы имеют единичные веса. Присваивание различным образцам на входе фильтра различных весов изменяет свойства вариационного ряда и, как результат, ведет к изменению свойств фильтра.

Вместе с тем, в случае периодического сигнала, с приближением длины фильтра к целому числу периодов отклик фильтра стремится к нулю. Имеется ряд работ, рассматривающих вопросы адаптации WOS фильтров к обработке периодических сигналов, из которых отметим только [1, 2, 3, 4]. Однако в первых двух работах значения весов получают посредством тренинга фильтра на образце периодического сигнала. Более простое решение предложено в работах [3, 4], где рассматривается случай ко-фазного WOS фильтра. Здесь использована идея децимации (прореживания), близкая предложению работы [5]. Прочие виды WOS фильтров, где не предусматривается их адаптация к обработке периодических сигналов, отнесем к стандартным.

---

\*e-mail: znak@opg.ssc.ru

Наконец отметим, что вычислительные технологии типа MatLab и MathCad недостаточно учитывают специфику адаптации WOS фильтров к периодическим сигналам, что оправдывает создание специализированной вычислительной технологии. Одно из решений на данном пути — создание оконного интерфейса, ориентированного на проектирование и сопровождение WOS фильтров. В данной работе предлагаются основные составные части интерфейса и рассмотрены некоторые вопросы его организации в целом. К достоинствам принятого решения относятся:

- возможность визуализации процесса проектирования,
- широкий доступ к подсказкам, в том числе, с привлечением изображений,
- возможность управления порядком доступа к элементам и этапам проектирования в зависимости от состояния "автомата", отображающего алгоритм проектирования,
- возможность визуализации этапов обработки сигнала.

Предлагаемая технология ориентирована на сигналы, зарегистрированные в цифровом виде с частотой дискретизации, заданной извне. Большое внимание уделено обработке периодических (гармонических или частотно модулированных) сигналов.

Исходным побудительным мотивом организации вычислительной технологии выступили потребности обработки зашумленных геофизических данных. Но периодические сигналы отмеченного вида имеют приложение во многих других областях. В силу этого представляется, что значение технологии выходит за рамки названного выше приложения.

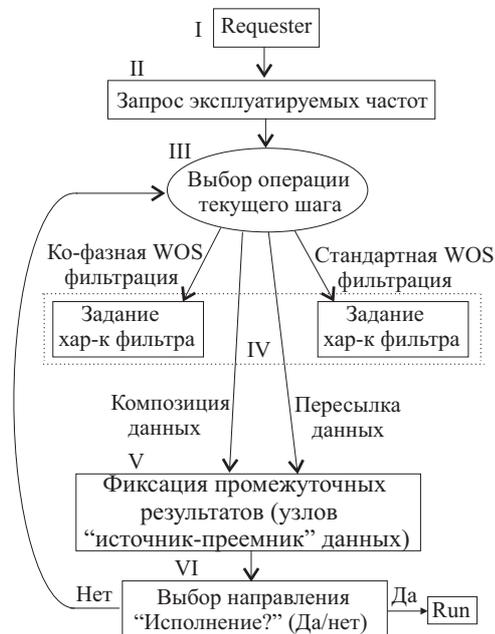


Рис 1. Алгоритм формирования вычислительного процесса

## 1. Алгоритм формирования вычислительного процесса

Проектирование и сопровождение WOS фильтров — два последовательных этапа процесса, где вопросы, требующие своего решения, различны.

На первом этапе для формирования вычислительного процесса требуется следующая информация: характеристики и параметры процесса фильтрации, источники и приемники данных (имена файлов). Для целей получения данной информации предлагается использовать интерактивный алгоритм, представленный на рис. 1. Полагается, что этапы проектирования (I, ..., VI) доступны последовательно: I — обзор имен папок и файлов компьютера для выбора источника данных, а также ввод имени файла — приемника окончательного результата; II, III — ввод информации о характере сигнала и характеристиках фильтра для предстоящего шага обработки соответственно; IV, V — ввод информации о приемниках промежуточных результатов и выбор следующего шага (или продолжение проектирования, или реализация проекта).

## 2. Структура интерфейса

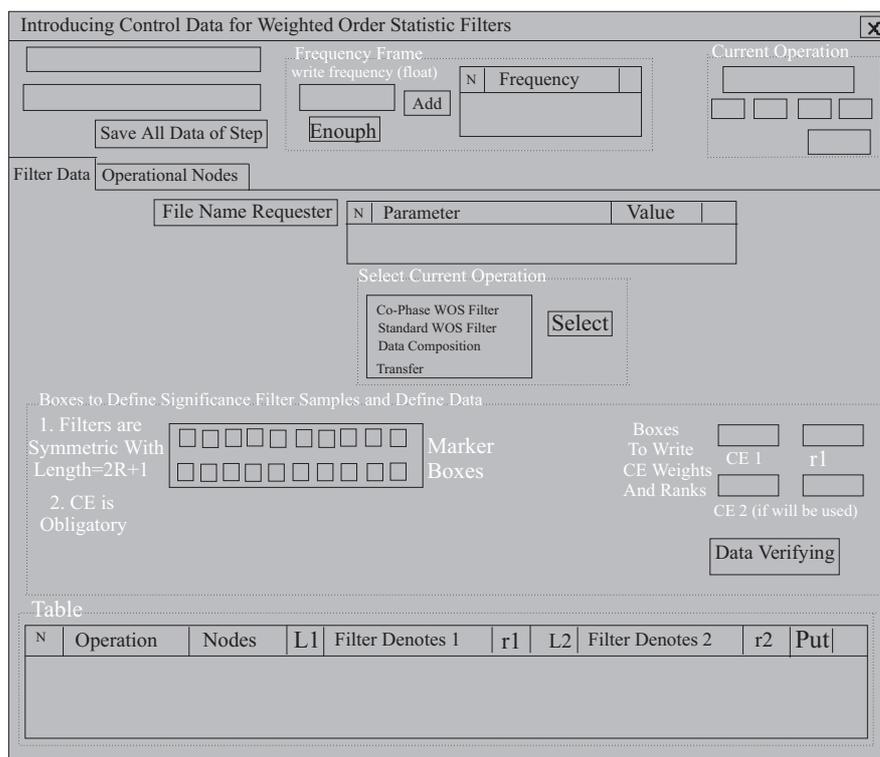


Рис. 2. Исходный вид окна проектирования с панелью "Filter Data"

В основу конструкции предлагается положить две основные панели: Filter Data (ввод управляющей информации и параметров/характеристик фильтра), представленная на

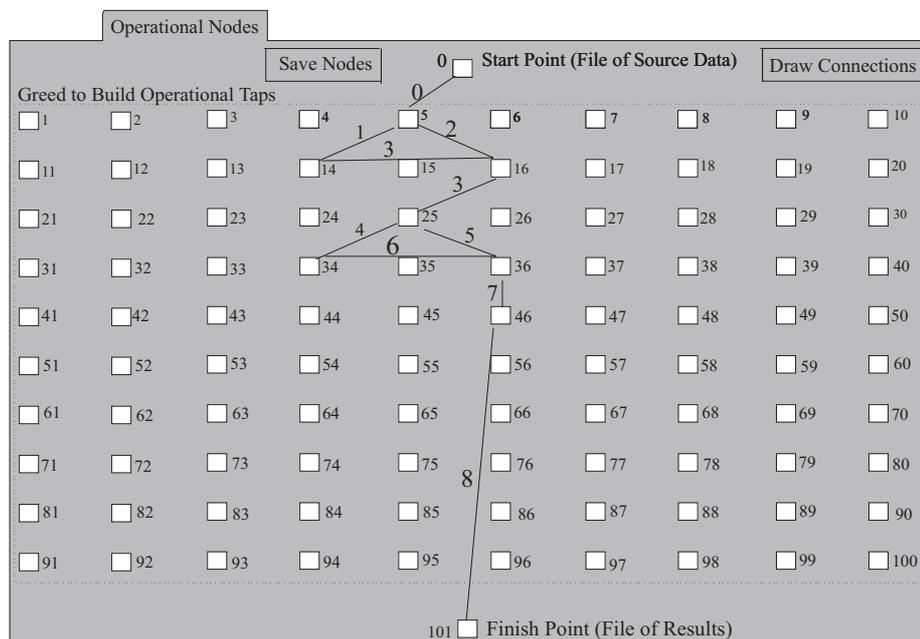


Рис. 3. Панель "Operational Nodes" с изображением дерева обработки данных

рис.2; Operational Nodes (ввод информации о складировании промежуточных результатов), имеющая вид матрицы пронумерованных боксов (рис. 3).

Рассмотрим последовательность и содержание операций первой панели. Здесь первоначально активизирована единственная кнопка "File Name Request". Обращение к кнопке (стандартно – левой кнопкой "мыши") запускает процесс обзора папок для выбора файла с исходными данными. Здесь же вводится имя файла для складирования окончательного результата. Затем вводятся частотные характеристики сигнала (Frequency Frame), выбирается операция текущего шага фильтрации (Select Current Operation) и вводятся характеристики соответствующего фильтра (Boxes to Define..., Boxes to Write...). При этом каждому выбору соответствует своя всплывающая подсказка (пояснение операции). При отсутствии частотных характеристик сигнала предлагаемая технология позволяет реализовать методику обработки, близкую предложенной в работе [6].

Наконец, матрица боксов панели "Operational Nodes" с отмеченными звеньями фильтра представлена на рис. 3.

## Список литературы

- [1] G.R.Arce, A general weighted median filters structure admitting negative weights, *IEEE Transactions on signal processing*, **46**(1998), №12, 3195-3205.
- [2] Yin, Y.Neuvo, Fast adaptation and performance characteristics of fir-wos hybrid filters, *IEEE Transactions on signal processing*, **42**(1994), №7, 1610-1628.
- [3] V.I.Znak, Co-Phased Median Filters, Some Peculiarities of Sweep Signal Processing, *Mathematical Geology*, **37**(2005), №2, 207-221.

- [4] V.I.Znak, One way of organizing N-tap co-phased weighted median filters, *Proceedings of the Second IASTED Informational Multi-Conference on Automation, Control, and, Information Technology – Signal and Image Processing (ACIT-SIP)*, Novosibirsk, 2005, 137-143.
- [5] L.Akarun, R.A.Haddad, Decimated rank order filtering, *IEEE Transactions on Signal Processing*, **42**(1994), №4, 835-845.
- [6] Y.H.Lee, S.A.Kassam, Generalized median filtering and related nonlinear filtering techniques, *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing*, v. *ASSP-33*, 1985, 675-683.

## Some Questions of Computer Support of Designing and Accompanying of the One-Dimensional WOS Filters

Vladimir I.Znak

---

*In the paper we consider some questions of support of designing and escorting one-dimensional WOS filters by means of the window interface. Weighted order statistics (WOS) filters are widely used for processing the signals which can be registered as time series. A special case of such a filter is a median one. An estimation of WOS filters behavior is rather complicated by virtue of its nonlinearity. At the same time, their response appreciably depends on the design (values of weights, size of the aperture or a window of the analysis, sequence of operations in multistage process of a filtration). That is, the problem of creation of corresponding system is actual.*

*Keywords: technologies of counting, weighed order statistics filters.*